

MODEL REGRESI ANTARA WAKTU FERMENTASI TERHADAP KETEBALAN NATA DE SOYA

Uswatun Khasanah

Program studi pendidikan matematika, FKIP UAD, Yogyakarta

Uswatun.khasanah@pmat.uad.ac.id

Abstrak

Regresi ada yang berbentuk linear maupun non linear. Regresi non linear misalnya regresi polinomial, eksponensial, eksponensial khusus, geometri, dan logistik. Model matematis dari masing-masing jenis regresi dapat digunakan untuk melakukan estimasi. Penelitian ini bertujuan untuk menemukan suatu model regresi yang menyatakan keterhubungan antara waktu inkubasi terhadap ketebalan nata de soya

Penelitian ini merupakan studi literatur dan dilanjutkan dengan pengambilan data melalui penelitian eksperimen. Penelitian eksperimen dilakukan dengan membuat *Nata de Soya*. Data yang diperoleh dianalisis menggunakan analisis regresi linear sederhana, polinomial yang dibatasi untuk yang berderajat dua, eksponensial, eksponensial khusus, geometri, dan logistic. Beberapa model matematis yang diperoleh selanjutnya dipilih model yang terbaik dengan metode PRESS.

Model yang didapat dari penelitian adalah $\hat{Y} = 0.648 + 0.0098 X$ untuk persamaan regresi linier sederhana, $\hat{Y} = -0.28901 + 0.14269 X - 0.00082 X^2$ untuk persamaan regresi parabola kuadrat, $\hat{Y} = (0.008)((1.603)^X)$ untuk persamaan regresi eksponensial, $\hat{Y} = (0.008)e^{0.2048X}$ untuk persamaan regresi eksponensial khusus, dan $\hat{Y} = (0.00144)X^{2.8887}$ untuk persamaan regresi geometri. Berdasarkan analisis dengan metode PRESS, model regresi terbaik antara waktu fermentasi dengan ketebalan *nata de soya* adalah model regresi parabola kuadrat dengan persamaan

$$\hat{Y} = -0.28901 + 0.14269 X - 0.00082 X^2$$

Kata kunci : model regresi, waktu fermentasi, ketebalan nata de soya

PENDAHULUAN

Pada saat ini hampir seluruh bidang matematika telah berkembang dengan pesat baik teori maupun penerapannya dengan wawasan yang luas dan penggunaannya di berbagai sector. Sebagian besar pengembangan dilakukan di perguruan tinggi terutama yang menyangkut aspek teoritis, sedangkan pengembangan terapan banyak dilakukan di bidang industri. Oleh karena itu perguruan tinggi disamping melaksanakan pendidikan dan pengajaran matematika, juga berperan dalam mengembangkan matematika baik secara teoritis maupun aplikasinya (Yudiari, 2008:1).

Penerapan rumus-rumus matematika dalam situasi nyata tidak dapat dilakukan begitu saja secara langsung. Untuk memahami suatu fenomena alam perlu diperoleh suatu pernyataan kuantitatif yang dapat menunjukkan hubungan besaran-besaran yang terdapat dalam fenomena tersebut. Selaman hubungan kuantitatif ini belum diperoleh, maka tidak banyak diketahui mengenai fenomena tersebut. Hubungan kuantitatif hanya dapat diperoleh melalui pemodelan matematika (Yudiari,2008).

Model matematika adalah dekripsi dari verifikasi suatu fenomena yang dicoba/ diperoleh dengan menggunakan kaedah-kaedah/ bahasa matematika. Model matematika terdiri dari himpunan-himpunan besaran-besaran/ kuantitatif terobservasi dan relasi yang terdapat dalam suatu fenomena. Fenomena yang akan dipahami/ dijelaskan disebut system dan matematika yang digunakan beserta interpretasinya dalam konteks pada system disebut model matematika. Besaran dalam model matematika ada dua besaran kuantitatif yaitu variable dan parameter yang dikaitkan dalam suatu relasi, seperti persamaan, ketaksamaan dan lain-lain.

Penerapan model matematika ini banyak ditemui dalam berbagai bidang, misalnya bidang perekonomian, fisika, biologi, industry, dan lain-lain. Indonesia adalah salah satu Negara yang sebagian masyarakatnya bekerja dalam bidang industri rumah tangga. Salah satunya adalah industri pembuatan nata. Nata dapat dibuat dari berbagai macam bahan baku, yaitu air kelapa, limbah cair tepung tapioca, dan limbah cair tahu. Nata yang berasal dari air kelapa disebut *nata de coco*, nata yang berasal dari limbah cair tepung tapioca disebut *nata de cassava*, dan nata dari limbah cair tahu disebut *nata de soya*.

Nata de soya merupakan salah satu alternatif pemanfaatan limbah cair tahu menjadi bahan baku industry. Menurut Darsono (2007) Limbah cair tahu dapat dimanfaatkan menjadi produk *nata de soya*. Menurut Rindit Pambayun (2002) limbah cair tahu mempunyai peluang ekonomis dan potensi gizi yang baik bila diolah menjadi produk nata de soya. Pengembangan usaha pembuatan *nata de soya* perlu dilakukan guna mengatasi pencemaran lingkungan di wilayah pemukiman sekaligus dapat meningkatkan pendapatan keluarga pengrajin nata de soya.

Nata adalah biomassa yang sebagian besar terdiri dari selulosa berbentuk agar dan berwarna putih. Massa ini berasal dari pertumbuhan bakteri asam cuka (*Acetobacter xylinum*) pada permukaan media cair yang asam dan mengandung gula. Menurut Gana Trimansyah (2007:3) tanda awal tumbuhnya bakteri nata dapat dilihat dari keruhnya media cair yang digunakan (limbah cair tahu/ whey tahu) setelah difermentasi selama 24 jam pada suhu kamar

(28-30⁰C). Setelah 39-48 jam, lapisan tipis yang tembus cahaya mulai terbentuk di permukaan media dan cairan di bawahnya semakin jernih. Pertumbuhan *Acetobacter Xylinum* dipengaruhi oleh berbagai faktor, misanya tingkat keasaman medum, suhu fermentasi, lama fermentasi, sumber nitrogen, sumber karbon, konsentrasi bibit (starter).(<http://www.scribd.com/doc/25950862/Seminar-Kimia>). Menurut Alaban(1962), faktor utama yang mempengaruhi pembentukan nata de soya adalah sumber gula, suhu inkubasi, tingkat keasaman medium,lama inkubasi dan aktivotas bakteri. Hal-hal yang mempengaruhi pertumbuhan bakteri *Acetobacter Xylinum* juga mempengaruhi ketebalan dari *nata*. Semakin lama waktu fermentasi, maka semakin tebal *Nata De Soya*, meskipun waktu fermentasi tersebut mempunyai batas waktu optimum.

Berdasarkan penuturan pengrajin *Nata de Soya*, jika waktu fermentasi sudah optimum dan *nata* tidak segera dipanen maka *nata* akan ditumbuhi jamur. Para pengrajin *nata* juga tidak dapat memprediksi ketebalan *nata* pada waktu *t*, sehingga para pengrajin harus membuka tutup koran untuk mengetahui ketebalan *nata* dan itu bisa menyebabkan *nata* tercemar mikroba pengganggu. Untuk itu perlu diketahui model matematis dari keterhubungan waktu fermentasi terhadap ketebalan *Nata de Soya* dan waktu optimum fermentasi *Nata de Soya*.

Menurut Darmajana, D.A.(2004) Ada factor lain yang mempengaruhi pembentukan nata adalah factor ketinggian media dibandingkan ketinggian tempat. Berdasarkan penelitian yang dilakukan Darmajana dengan menggunakan variasi ketinggian terhadap tinggi wadah inkubasi yaitu 1/3, ½ dan 2/3 menyatakan bahwa nata de soya paling tebal pada perlakuan 2/3 dari tinggi wadah inubasi dalam waktu 12 hari.

Berdasarkan penelitian yang dilakukan Irmala, Shantika(2011), diperoleh Bentuk model matematis keterhubungan waktu fermentasi terhadap ketebalan *Nata de Soya* adalah

$Y = c \frac{X}{d + X}$ dalam beberapa kadar berat gula. Model matematika yang diperoleh Model adalah

$Y = 1.185 \frac{X}{X - 6.116}$ untuk model matematis keterhubungan waktu fermentasi terhadap

ketebalan *Nata de Soya* konsentrasi gula 100gr/ liter, $Y = 13.514 \frac{X}{X - 1}$ untuk model matematis

keterhubungan waktu fermentasi terhadap ketebalan *Nata de Soya* konsentrasi gula 50gr/ liter,

$Y = 50 \frac{X}{X + 0.007}$ untuk model matematis keterhubungan waktu fermentasi terhadap ketebalan

Nata de Soya konsentrasi gula 70gr/ liter, $Y = 13.699 \frac{X}{X - 1.356}$ untuk model matematis

keterhubungan waktu fermentasi terhadap ketebalan *Nata de Soya* konsentrasi gula 20gr/ liter. Penelitian ini belum menentukan model terbaik dari beberapa regresi, hanya menentukan model regresi dengan transformasi $X_1 = 1/X$ dan $Y_1 = 1/Y$. Oleh karena itu perlu ditentukan model regresi terbaik antara waktu inkubasi dengan ketebalan *nata de soya*.

Berdasarkan latar belakang di atas, permasalahan yang ada dapat diidentifikasi sebagai berikut

1. Pembentukan nata dipengaruhi oleh beberapa faktor baik berupa penambahan nutrisi atau keadaan lingkungan.
2. Semakin baik pertumbuhan bakteri maka semakin tebal nata yang diperoleh
3. Terdapat hubungan antara ketinggian media, kadar gula, waktu inkubasi terhadap tingkat ketebalan nata.
4. Pelaku industri belum mengetahui waktu optimum fermentasi agar hasil nata de soya baik.

Berdasarkan latar belakang dan identifikasi masalah di atas, maka dapat dirumuskan suatu masalah bagaimana model regresi yang menyatakan keterhubungan antara waktu fermentasi terhadap pertambahan ketebalan nata de soya. Adapun Tujuan penelitian ini adalah untuk menemukan suatu model regresi terbaik yang menyatakan keterhubungan antara waktu fermentasi terhadap pertambahan ketebalan nata de soya.

METODOLOGI PENELITIAN

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain :Toples, sebagai media fermentasi *Nata de Soya*;Nester, digunakan untuk mengukur tebal lempengan *Nata de Soya*; koran, untuk menutup permukaan toples yang berisi media *Nata de Soya* yang sedang difermentasi; karet ban, digunakan untuk mengikat koran penutup toples; kertas HVS dan isolasi; bahan (limbah tahu, gula, ZA, garam Inggris, Cuka).

Adapun Metode pengumpulan datanya adalah

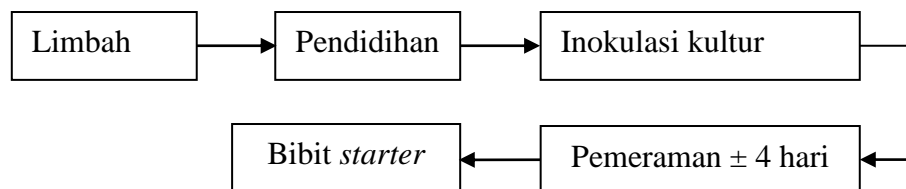
a. Studi Literatur

b. Pengambilan Data

Data diambil dengan menggunakan penelitian eksperimen. Penelitian eksperimen yang dilakukan adalah pembuatan nata dari limbah tahu dengan konsentrasi gula yang berbeda, kemudian dibuat model matematikanya.

c. Desain Percobaan

(1) Pembuatan *starter*



Gambar 1 Langkah-langkah Pembuatan *Starter*

(2) Penyiapan media fermentasi

Variabel X adalah waktu fermentasi dan variabel Y adalah ketebalan nata de soya.

Menuang media fermentasi yang telah disiapkan ke dalam toples sampai ketinggian 2/3 dari ketinggian toples yang digunakan untuk penelitian. Selanjutnya toples diamati setiap hari, kemudian dicatat pertambahan ketebalan *nata*. Data yang telah diperoleh pada penelitian kemudian di masukan ke dalam instrument penelitian seperti tampak pada Tabel 1

Tabel 1. Instrumen ketebalan *Nata de Soya*

Hari	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Ketebalan(mm)														

(3) Pembentukan model regresi

(4) Pemilihan model terbaik dengan metode PRESS

Menurut Sembiring R K (1995 : 210) salah satu tujuan pembentukan model ialah untuk prediksi, dan salah satu patokan prediksi yang baik ialah bila prediksi dengan nilai yang diprediksi sama atau hampir sama. Allen (1974) mengusulkan penggunaan

semua pengamatan, kecuali yang ke i , untuk memprediksikan respon i , Y_i , kemudian kuadratkan selisih antara Y_i dengan prediksinya dan lantasi jumlahkan untuk $i = 1, 2, 3, \dots, n$. Metode ini disebut *PRESS* singkatan dari *Prediction Sum of Squares*. Lambang $PRESS_p$ menyatakan bahwa model dengan p parameter yang digunakan. Bila \hat{Y}_i menyatakan prediksi dari y_i tanpa mengikutsertakan pengamatan ke i , $(Y_i, X_{i1}, X_{i2}, \dots, X_{ip})$, maka

$$PRESS_p = \sum_{i=1}^n (Y_i - \hat{Y}_i)^2$$

Model yang baik adalah yang menghasilkan $PRESS_p$ yang kecil dalam kelompok p parameter.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan Pengumpulan data diperoleh ketebalan nata de soya dari hari pertama sampai hari ke 10 sebagai berikut:

Tabel 2. Hasil pengamatan ketebalan nata de soya

Hari	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Ketebalan(mm)	0	0	0	0.2	0.3	0.5	0.7	0.9	1	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5

Berdasarkan analisis data diperoleh model-model regresi yaitu

Tabel 3. Model regresi antara waktu fermentasi dengan ketebalan nata de soya

NO	NAMA MODEL	MODEL REGRESI
1	Regresi Linear Sederhana	$\hat{Y} = 0.648 + 0.0098 X$
2	Regresi Parabola Kuadrat	$\hat{Y} = -0.28901 + 0.14269 X - 0.00082 X^2$
3	Regresi Eksponensial	$\hat{Y} = (0.008)((1.603)^X)$
4	Regresi Eksponensial Khusus	$\hat{Y} = (0.008)e^{0.2048X}$
5	Regresi Geometrik	$\hat{Y} = (0.00144)X^{2.8887}$
6	Regresi Logistik	$\hat{Y} = \frac{1}{(0.3375)(1.603)^X}$

Berdasarkan 6 model di atas, selanjutnya dipilih yang terbaik, yaitu yang memiliki $\sum((Y_i - \hat{Y}_i)^2)$ terkecil. Adapun hasil $\sum((Y_i - \hat{Y}_i)^2)$ dari tiap-tiap model adalah sebagai berikut

Tabel 4. Rangkuman analisis metode PRESS

NO	NAMA MODEL	$\sum((Y_i - \hat{Y}_i)^2)$
1	Regresi Linear Sederhana	3.356
2	Regresi Parabola Kuadrat	0.075
3	Regresi Eksponensial	26.804
4	Regresi Eksponensial Khusus	9.713
5	Regresi Geometrik	3.783
6	Regresi Logistik	15.746

Berdasarkan Tabel 4 di atas maka diperoleh model regresi terbaik antara waktu fermentasi dengan ketebalan *nata de soya* adalah model regresi parabola kuadrat dengan persamaan

$$\hat{Y} = -0.28901 + 0.14269 X - 0.00082 X^2$$

KESIMPULAN

Berdasarkan pembahasan di atas model regresi terbaik antara waktu fermentasi dengan ketebalan *nata de soya* adalah model regresi parabola kuadrat dengan persamaan

$$\hat{Y} = -0.28901 + 0.14269 X - 0.00082 X^2$$

DAFTAR PUSTAKA

Alaban(1962).(<http://www.scribd.com/doc/25950862/Seminar-Kimia>).

Darmajana,D.A.,2004, *Pengaruh Ketinggian Media dan Waktu Inkubasi Terhadap Beberapa Karakteristik Fisik Nata De Soya*, Prosiding Seminar Nasional Rekayasa Kimia dan Proses, Balai Pengembangan Teknologi Tepat Guna- LIPI

Irmala, Shantika, (2011), Model Matematis keterhubungan waktu fermentasi terhadap Ketebalan *Nata de Soya*, UAD

Simatupang, T.M., 1994, *Pemodelan Sistem, Studi Manajemen Jurusan Teknik Industri*, Institut Teknologi Bandung.

Sujadi, D., *Metode Pembuatan Nata de Soya dari Limbah Tahu*,

Sulistyo, dkk, 2007, *Pembutan nata dari Limbah Cair Tahu dengan Menggunakan Molase sebagai Sumber Karbon Acetobacter xylinum*, skripsi, Jurusan Teknik kimia, fakultas teknik, Universitas sebelas maret, Surakarta..

Lestari, S.D.2007, *Pengaruh Penambahan Infus kacang kedelai dan molase Terhadap Produk Nata de soya*, Skripsi, Jurusan biologi, Fakutas MIO, Universitas Ahmad Dahlan.

Yudiari, 2008, *Pemodelan Matematika*, Program Studi matematika, FMIOA, Universitas Ahmad Dahlan.